

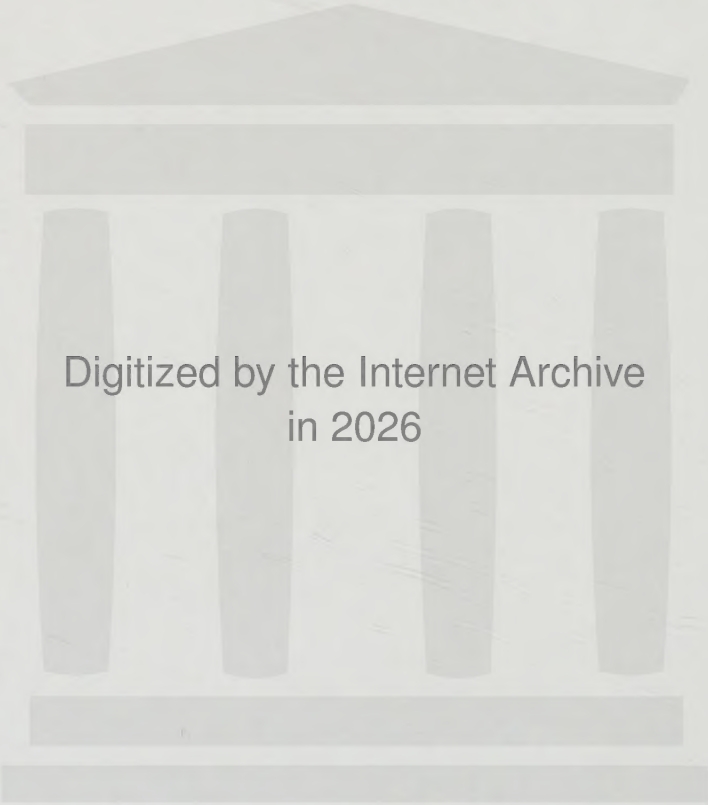
**Untersuchungen zur Bestimmung
des präpubertalen Wachstumsschubes
im Rahmen der kieferorthopädischen
Befunderhebung**

von

Dr. med. Reinhard Fritsch

aus

Bistritz/Siebenbürgen



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543101_0010

Aus der Abteilung für Kieferorthopädie (Vorstand: Prof. Dr. A. Fleischer-Peters)
der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkranke
der Universität Erlangen-Nürnberg

Untersuchungen zur Bestimmung des präpubertalen Wachstumsschubes im Rahmen der kieferorthopädischen Befunderhebung

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt

von

Dr. med. Reinhard Fritsch

aus

Bistritz/Siebenbürgen

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät der Universität

Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. L. Demling

Referent: Prof. Dr. A. Fleischer-Peters

Tag der mündlichen Prüfung: 13. August 1974

Meiner hochverehrten Lehrerin,

Frau Professor Dr. A. Fleischer-Peters, danke ich
herzlich für die Durchsicht des Manuskriptes, für
die wertvollen Hinweise und die jederzeit gewährte
Unterstützung, die mir bei der Ausführung dieser Ar-
beit zuteil wurden.

Meinen Eltern
in Dankbarkeit gewidmet

INHALT

I. EINLEITUNG.....	1
II. LITERATURÜBERSICHT.....	3
III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN.....	14
a) Material und Methodik.....	14
b) Ergebnisse.....	17
1. Altersverteilung der Reifestadien.....	17
2. Aussagewert des Zeitpunktes der Menarche.....	18
3. Aussagewert des Durchbruches der Zwölfjahrmolaren.....	22
IV. DISKUSSION.....	30
V. ZUSAMMENFASSUNG.....	40
VI. SCHRIFTTUM.....	42

I. EINLEITUNG

Wird die jährliche Zunahme der Körperlänge eines heranwachsenden Menschen von der Geburt bis zur Reife graphisch aufgezeichnet, so zeigt sich, daß die Wachstumsgeschwindigkeit nach der Geburt, genauer bereits ab dem vierten Monat des embryonalen Lebens, in dem sie über 20 cm pro Jahr beträgt, kontinuierlich kleiner wird, bis sie im vierten bis sechsten Lebensjahr nur noch durchschnittlich 6 cm pro Jahr erreicht.

Im Alter von sechs bis acht Jahren scheint durch einen Wachstumsschub des Schulkindes der weitere Abfall der Kurve der Wachstumsgeschwindigkeit gebremst zu werden (TANNER). Im weiteren Verlauf sinkt jedoch die Geschwindigkeit bis zum präpubertalen Minimum, das mit großen zeitlichen Schwankungen bei Mädchen ca. mit zehn, bei Knaben ca. mit 12 Jahren auftritt, in dem die jährliche Zunahme der Körperlänge nur wenige cm beträgt. An das präpubertale Minimum schließt sich das sog. präpubertale Maximum an, das ca. zwei Jahre dauert. In diesem Zeitabschnitt steigt die Zunahme des Längenwachstums auf 10 cm pro Jahr an. Diese Geschwindigkeit entspricht der Wachstumsintensität etwa eines Zweijährigen und wird als präpubertaler Wachstumsschub bezeichnet. Mädchen erreichen ihn zwei Jahre früher als Knaben. Der Tatsache, daß er bei Mädchen weniger intensiv verläuft, durchschnittlich nur ca. 8 cm pro Jahr, wird der Größenunterschied zwischen erwachsenen Frauen und Männern zugesprochen (TANNER).

Die Wachstumsbereitschaft zum Zeitpunkt des präpubertalen Wachstumsschubes ist von kieferorthopädischem Interesse, da die Bestimmung des Zeitpunktes zur Einleitung kieferorthopädischer Behandlungsmaßnahmen entscheidend abhängig ist vom Stand der Dentition und von der Wachstumsbereitschaft. Bereitet die Beurteilung der Dentition im wesentlichen keine Schwierigkeiten, so gilt es, den Zeitpunkt des maximalen Wachstumsschubes festzustellen. Dabei ist zu beachten, daß die individuellen Schwankungsbreiten zu groß sind, als daß es möglich wäre, diesen Zeitraum einem bestimmten gleichbleibenden Lebensalter zuzuordnen.

Die Röntgentechnik hat wesentlich dazu beigetragen, biologische Gesetzmäßigkeiten zwischen Wachstumspotential und Ossifikation zu erforschen. So kann das noch zu erwartende Wachstum eindrucksvoll und relativ exakt anhand von Ossifikationszentren beliebiger Knochen bestimmt werden. LEWIS und GARN führten diesbezügliche Versuche an der Patella durch, GARN, ROHMANN, APFELBAUM an der Tibia, HEWITT und ACHESON nach der Oxford-Methode am Hüftgelenk. Am einfachsten, und diese Methode hat sich heute am meisten durchgesetzt, orientiert man sich an der Röntgenaufnahme des Handskeletts, wie bei GREULICH und PYLE, SCHMID, SIEGERT u. a. ausführlich beschrieben wird.

Die vorliegende Arbeit nimmt zu der Frage Stellung, ob neben der Beurteilung der Handskelett-Röntgenaufnahmen noch andere Möglichkeiten bestehen, im Rahmen der kieferorthopädischen Befunderhebung einen Hinweis für den präpubertalen Wachstumsschub zu erhalten.

Ein Zusammenhang zwischen Wachstum und Dentition wird von ADLER, FLEISCHER-PETERS, HAUSSEER und REICHENBACH betont, was zu Untersuchungen mit der Fragestellung ermutigte, ob von der Dentition, hier der Zwölfjahrmolaren, auf den individuellen Stand der Entwicklung geschlossen werden könne. Bei BJÖRK, HELM, MERIDITH und NANDA finden sich Bedenken, so daß der Anlaß gegeben war, in eigenen Untersuchungen nach Möglichkeiten zur zeitlichen Festlegung des präpubertalen Wachstumsschubes zu forschen.

II. LITERATURÜBERSICHT

Die Frage der Wachstumsgeschwindigkeit hat immer wieder zahlreiche Autoren, vor allem der Fachgebiete Pädiatrie und Anthropologie beschäftigt. Die Röntgenaufnahme des Handgelenkes war als Indikator für das physiologische Alter des Kindes allgemein bekannt, worunter man das jeweilige Entwicklungsstadium des Knochensystems verstand. De COSTER's Verdienst war es, den Wert der Röntgenaufnahme des Handgelenkes, die bis dahin fast nur in der pädiatrischen Praxis genutzt wurde, für die Kieferorthopädie erkannt zu haben und im Jahre 1937 durch die Einführung dieser Untersuchungsmethode die kieferorthopädische Befunderhebung wesentlich zu bereichern.

In den folgenden Jahren bemühten sich Autoren der Bonner Schule, wie z. B. HATTEMER, den Aussagewert der Handwurzelaufnahmen für die kieferorthopädische Praxis genauer zu bestimmen. Dabei wurde, wie in der pädiatrischen Praxis (GREULICH und PYLE, SCHMID, STETTNER), die Differenzierung der einzelnen Handwurzelkerne in bestimmter zeitlicher Reihenfolge und die Größenzunahme der Kerne zugrundegelegt. Nach diesem System wurde auch an unserer Abteilung bis zum Jahre 1968 verfahren und Untersuchungen der Relationen zwischen Knochenkernentwicklung des Handgelenkes, Zahnalter und chronologischem Alter durchgeführt (WEERDA).

Dieses System wies für die kieferorthopädische Problemstellung insofern gewisse Mängel auf, als bis zum achten Lebensjahr praktisch alle Handwurzelkerne bereits differenziert sind, also der Faktor Differenzierung unberücksichtigt bleiben muß, zum anderen die Messungen der Größenzunahme im Sinne einer rein quantitativen Erfassung große Meßfehler mit sich bringen.

Um durch eine qualitative Analyse der Handskelett-Röntgenaufnahme eine exaktere Aussage über den individuellen Reifestand, insbes. zur Erfassung des präpubertalen Wachstumschubes, der für den Kieferorthopäden von bes. Bedeutung ist, zu erhalten, nutzte BJÖRK etwa seit 1967 die Untersuchungsergebnisse von GREULICH und PYLE für die Kieferortho-

pädie. Diese Autoren zeigten nämlich, daß um die Pubertät qualitative Veränderungen an den Epiphysen der Phalangen einschließlich des ulnaren Sesamoids des Daumens stattfinden. BJÖRK gliedert aus dem Spektrum der Gesamtentwicklung des Menschen den Zeitraum um die Pubertät in acht Reifestadien auf.

Wegen der besonderen Bedeutung dieser Tatsache und des besseren Verständnisses für die darauf aufbauenden eigenen Untersuchungen seien in den folgenden Abbildungen der Zeitpunkt des präpubertalen Wachstumsschubes in der Wachstumskurve sowie die acht Reifestadien nach BJÖRK dargestellt.

In der von ihm aufgestellten Wachstumskurve läßt BJÖRK eine Gliederung in vier größere Zeitabschnitte erkennen, die Infantile-Phase, gerechnet vom Zeitpunkt der Geburt bis zum dritten Lebensjahr, die Juvenile-Phase, die mit dem präpubertalen Wachstumsminimum endet, danach die Adolescent-Phase mit dem präpubertalen Maximum bis zum Zeitpunkt des abgeschlossenen Wachstum des Erwachsenenalters als vierte Phase (Abb. 1).

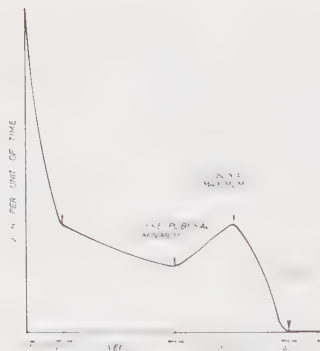


Abb. 1 Kurve der Wachstumsgeschwindigkeit nach BJÖRK, A. und HELM, S., (Angle Orthodont. 37 (1967), 134)

Interessanterweise findet sich bereits in der Literatur eine Wachstumskurve in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts. In den Jahren 1759 - 77 hat Graf Philibert Gueneau de Montbeillard eine Wachstumskurve von seinem Sohne von Geburt bis zum 18. Lebensjahr aufgezeichnet (Abb. 2).

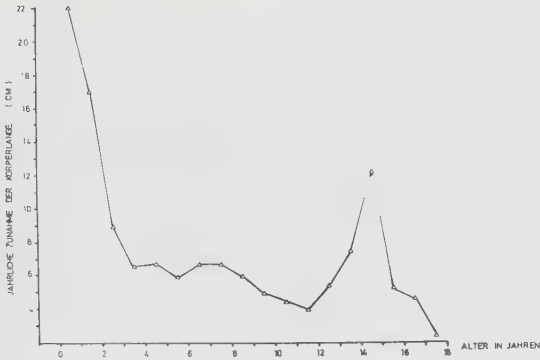


Abb. 2 Kurve der Wachstumsgeschwindigkeit des Sohnes des Grafen de Montbeillard, ermittelt in den Jahren 1759 - 77. (Nach SCAMMON, 1927, Amer. J. Anthropol. in: TANNER, J.: Growth at adolescence, 2 nd, Ed., Blackwell, Oxford 1962, S. 2)

Diese älteste bekannte Wachstumskurve enthält bereits alle wesentlichen Charakteristika, die von BJÖRK mittels Longitudinaluntersuchungen ermittelt wurden. SHUTTLEWORTH (1937) weist auf die Tatsache hin, daß sich der pubertale Wachstumsschub selten über mehr als zwei Jahre erstreckt. Durch Querschnittsuntersuchungen und Aufzeichnungen der Wachstumsgeschwindigkeiten im Verhältnis zum chronologischen Alter wird der Kurvenverlauf des pubertalen Wachstumsschubes abgeflacht und erscheint entlang der Zeitachse auseinandergezerrt, da bei jedem Kind der Beginn des pubertalen Entwicklungs-

schubes in ein anderes Alter fällt.

In den acht Reifestadien nach BJÖRK gilt das Augenmerk der zunehmenden Verschmelzung der Epiphysenfugen der Phalangen und der Differenzierung des ulnaren Sesamoids in der Sehne des *musculus adductor pollicis*.

Anhand von Abbildungen seien die acht Reifestadien kurz skizziert:



Abb. 3 a PP₂-Stadium

3 b MP₃-Stadium

Das erste Stadium ist das PP₂-Stadium (Abb. 3 a). PP ist die Abkürzung für proximale Phalange, 2 bezeichnet den Zeigefinger. In dieser Phase, in der die Epiphyse der proximalen Phalange des Zeigefingers die gleiche Breite wie die Diaphyse erreicht, ist die Wachstumsgeschwindigkeit meist klein, das maximale Längenwachstum steht noch bevor.

Erreicht die Epiphyse der mittleren Phalange des Mittelfingers die gleiche Breite wie die Diaphyse, so ist das MP_3 -Stadium eingetreten, was besagt, daß das maximale Längenwachstum unmittelbar bevorsteht oder gerade eingetroffen ist (Abb. 3 b).

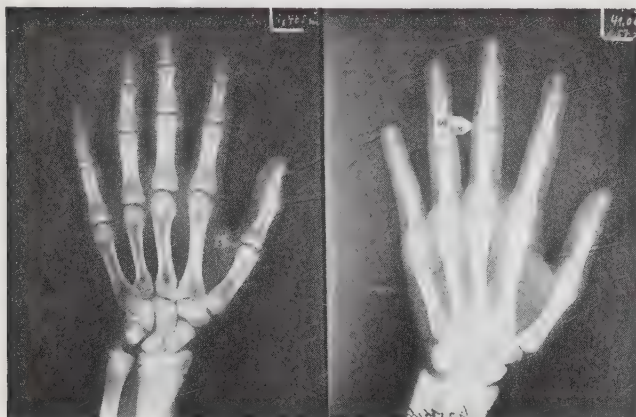


Abb. 4 a S-Stadium

4 b MP_3 cap-Stadium

Im S-Stadium sind die ersten Anzeichen der Ossifikation des ulnaren Sesamoids am metacarpo-phalangealen Gelenk des Daumens erkennbar (Abb. 4 a). Der pubertale Wachstumsschub steht unmittelbar bevor oder ist gerade erreicht. BJÖRK hält dieses Stadium in seiner Aussage für zuverlässiger als das MP_3 -Stadium, er fand in seinem Untersuchungsgut das Sesamoid jedoch in einem Fünftel der Fälle bereits 2 Jahre vor dem pubertalen Wachstumsschub ossifiziert vor.

Der Zeitraum des maximalen Wachstumsschubes und höchstens 1 Jahr danach fällt nach BJÖRK mit dem MP_3 cap-Stadium zusammen, unter dem die Tendenz der Epiphyse der mittleren Phalange des dritten Fingers, also des Mittelfingers, zu verstehen ist, sich

kappenförmig über die Diaphyse zu stülpen (Abb. 4 b). Die Periode zwischen der Ossifikation des Sesamoids und dem MP_3 cap-Stadium gibt in der Regel den Zeitraum des intensivsten Wachstums wieder.

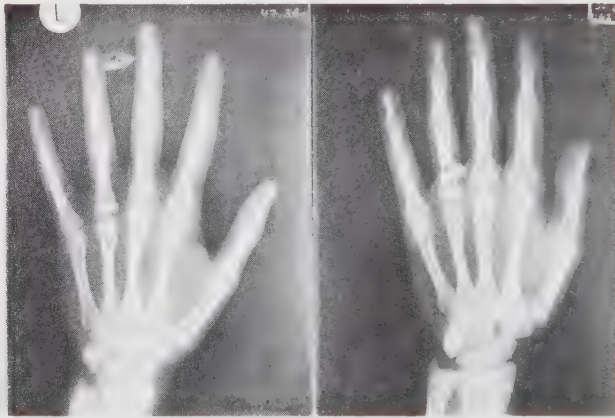


Abb. 5 a DP_{3u} -Stadium

5 b PP_{3u} -Stadium

Der pubertale Wachstumsschub ist überschritten, wenn die distale Phalange des Mittelfingers im DP_{3u} -Stadium eine vollkommene Verschmelzung der Epiphysenfuge aufweist (Abb. 5 a). U ist die Abkürzung aus dem angloamerikanischen Begriff "complete epiphyseal union".

In der nächsten Entwicklungsstufe, dem PP_{3u} -Stadium, tritt eine vollständige Verknöcherung der proximalen Phalange des Mittelfingers ein (Abb. 5 b). Im Wachstum und in der Entwicklung des Menschen ist ein allgemeiner Trend zu beobachten, daß

die distalen Abschnitte vor den proximalen ossifizieren.

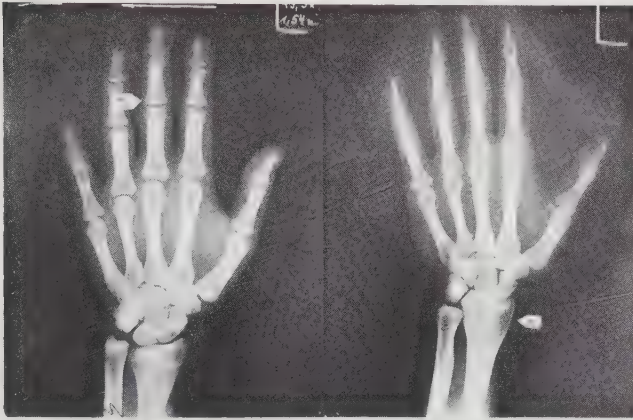


Abb. 6 a MP_{3u} -Stadium

6 b R_c -Stadium

Im weiteren zeitlichen Verlauf verschmilzt die Epiphysenfuge der mittleren Phalange des Mittelfingers (Abb. 6 a). In dieser Reifungsphase, dem MP_{3u} -Stadium, weist der Mittelfinger keine Epiphysenfugen mehr auf. Das Wachstumsmaximum ist überschritten.

Das R_c -Stadium ist erreicht, wenn die Epiphysenfugen von Radius und Ulna völlig verschmolzen sind (Abb. 7 b). Die wesentliche Wachstumszunahme ist jetzt abgeschlossen.

Die Ergebnisse von Longitudinaluntersuchungen von BJÖRK und Mitarbeitern zur Frage, in welchem zeitlichen Verhältnis die beschriebenen Reifestadien zum pubertalen Wachstumsschub stehen, werden in der folgenden Abbildung wiedergegeben (Abb. 7).

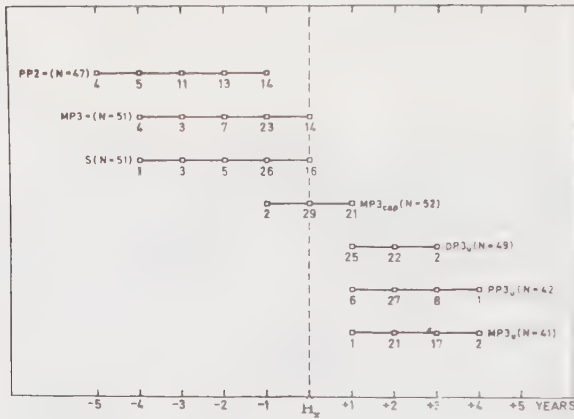


Abb. 7 Zeitliche Verteilung des Auftretes der Reifestadien im Verhältnis zum pubertalen Wachstumsschub.

(HELM, S., SIERSBAEK-NIELSEN, S., SKIELLER, V., BJÖRK, A. : Skeletal maturation of the hand in relation to maximum pubertal growth in body height. Danish Dent. Journal (1971), S. 1228)

HELM, SIERSBAEK-NIELSEN, SKIELLER, BJÖRK konnten feststellen (Abb. 7), daß das PP₂-Stadium immer vor dem maximalen Wachstumsschub auftritt, und zwar mit seinen häufigsten Werten ca. 1 - 3 Jahre davor. Das MP₃-Stadium liegt mit seinem größten Anteil ca. 1 Jahr davor, ein erheblicher Teil erreicht jedoch bereits die maximale Wachstumsintensität. Einzelwerte, die bis zu vier Jahre vor dem Wachstumsschub zu finden sind, zeigen, daß das Stadium MP₃ größere Streuungen aufweist als das Stadium S, in dem das ulnare Sesamoid des Daumens zu ossifizieren beginnt. Das S-Stadium liegt insgesamt dem pubertalen Wachstumsschub näher als das MP₃-Stadium. Ist das MP_{3cap}-Stadium eingetreten, so ist in nahezu allen Fällen der maximale Wachs-

tumsschub erreicht oder liegt nach dem Untersuchungsgut von BJÖRK bereits ein Jahr zurück.

Die nachfolgenden Stadien der völligen Verschmelzung der Epiphysenlinien zunächst der distalen, dann der proximalen und zuletzt der mittleren Phalangen treten nach dem Maximum des pubertalen Wachstumsschubes auf, das erstgenannte ca. 1 - 2 Jahre, das mittlere ca. 2 Jahre und das letztere 2 - 3 Jahre später.

Zusammenfassend darf man aus der erwähnten Literatur schließen, daß das PP_2 -Stadium dem pubertalen Minimum naheliegt und das pubertale Maximum zwischen dem Stadium S und $MP_{3\text{ cap}}$ gesehen werden kann. Die "u"-Stadien haben den Wachstumsschub überschritten. Die Wahrscheinlichkeit, mit Wachstum rechnen zu können, verringert sich in der zeitlichen Reihenfolge der drei Stadien. In der Phase R_c gilt das Wachstum als abgeschlossen.

Neben den Röntgenaufnahmen des Handskelettes sind die Größe und das Gewicht eines Kindes, beides im Somatogramm festgehalten, in der Literatur unbestrittene Faktoren für die Beurteilung des Wachstums und der Entwicklung. Mit diesbezüglichen Messungen haben sich so zahlreiche Autoren beschäftigt, daß hier nur einige grundlegende Arbeiten erwähnt werden können.

Während BAYLEY und PINNEAU (1952) in Tabellen die Körpergröße dem Knochenalter gegenüberstellten, fertigten HELLBRÜGGE und VOGT (1961) Somatogramme an, auf denen in einfacher Form die Relation Alter:Körperlänge:Körpergewicht ablesbar ist.

BROCK gibt in den "Biologischen Daten für den Kinderarzt" (1954) weitere Normtabellen von ADAM und CAMERER und PIRQUET an, die von KORNFELD modifiziert wurden.

Somatogramme sind die Unterlagen für Größen- und Gewichtskurven, die Aufschluß über das Wachstum geben. Es wird in der Literatur wiederholt darauf hingewiesen, daß die Messungen vom selben Untersucher an dem selben Messgerät in gleichen zeitlichen Abständen durchgeführt werden müssen, um eine brauchbare Wachstumskurve zu erhalten. Nur eine unter diesen Voraussetzungen hergestellte individuelle Wachstumskurve ist ge-

eignet, den präpubertalen Wachstumsschub exakt anzuzeigen.

Da zu dieser Frage an unserer Abteilung bislang nur Querschnittsuntersuchungen vorliegen, sei zur Erläuterung eine Abbildung von BJÖRK angeführt, die - erhoben an Längsschnittuntersuchungen dänischer Kinder - die durchschnittliche jährliche Zunahme in cm in den jeweiligen Reifestadien zeigt (Abb. 8).

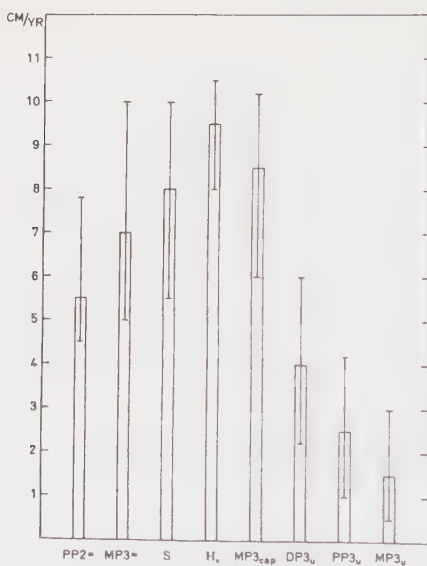


Abb. 8 Jährliche Zunahme der Körpergröße in cm in den jeweiligen Reifestadien.

(Nach HELM, S., SIERSBAEK-NIELSEN, S., SKIELLER, V., BJÖRK, A.: Skeletal maturation of the hand in relation to maximum puberal growth in body height. Danish Dent. Journal (1971), S 1223)

Die Zuordnung der jährlichen Wachstumsraten zu den Reifestadien läßt erkennen, daß die Stadien S und vor allem MP_3 dem Wachstumsmaximum am nächsten kommen und in den "u"-Stadien das Wachstumspotential deutlich verringert ist. Der relativ steile Anstieg vom PP_2 -Stadium zum MP_3 -Stadium dürfte in der individuellen Wachstumskurve genügend deutlich zum Ausdruck kommen, so daß eine exakte Verlaufsbeobachtung der Größenzunahme eines Kindes im Individualfall auch ohne Eruierung des Reifestadiums den inzwischen eingetretenen pubertalen Wachstumsschub registrieren kann.

Neben der Messung der Gesamtkörperlänge über mehrere Jahre ist es grundsätzlich auch möglich, mit ähnlicher Methodik das Körpergewicht zu registrieren, da dieses ebenso wie die Körperlänge vom präpubertalen Wachstumsschub erfaßt wird. Nach STOLZ ist bei Knaben jedoch zu beachten, daß sich ungefähr 1 Jahr vor dem Wachstumsschub der Körperlänge das Fettgewebe durch einen eigenen Wachstumsschub vermehrt. Dieser Schub, der wohl bei allen Knaben eintritt, jedoch nur in ca. zwei Dritteln deutlich zu erkennen ist, hält ca. 2 Jahre an. Ist der pubertale Wachstumsschub erreicht, tritt an seine Stelle ein echter Verlust von Fettgewebe.

III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

a) Material und Methodik

In eigenen Untersuchungen sollte die Frage geklärt werden, inwieweit vom Durchbruch der Zwölfjahrmolaren, die erfahrungsgemäß ihrer Bezeichnung entsprechend regelmäßig in einem bestimmten Lebensalter durchbrechen, auf die individuelle gesamtkörperliche Entwicklung geschlossen werden kann. Dabei wurde die pubertäre Entwicklung, soweit sie im Rahmen der kieferorthopädischen Befunderhebung erfaßt werden kann, ebenfalls berücksichtigt.

269 Patienten der Kieferorthopädischen Abteilung, darunter 100 Knaben und 169 Mädchen im Alter von 9 - 16 Jahren wurden dieser Fragestellung entsprechend untersucht. In einem hierzu erarbeiteten Untersuchungsblatt wurde das Lebensalter und das Zahnalter, ferner das Knochenalter, ermittelt an Handskelettröntgenaufnahmen, der Durchbruch der Zwölfjahrmolaren und die pubertäre Entwicklung erfaßt. Auf die pubertäre Entwicklung wurde bei Mädchen lediglich in der Frage der bereits eingetretenen Menarche eingegangen. Den Erfahrungen von BOJLÉN, RASCH und WEIS BENTZON, daß sich rasch statistische Fehler einschleichen, wenn Mädchen aus unterschiedlichen Motivationen die Menarche falsch - vielfach zu früh - angeben, wurde insoweit Rechnung getragen, als die Anamnese in Beisein der Mutter erhoben wurde. Die pubertäre Entwicklung der Knaben wird in der pädiatrischen Praxis ausschließlich anhand der primären Geschlechtsmerkmale ermittelt. Da die Untersuchungen mit dem Ziel durchgeführt wurden, den Rahmen der kieferorthopädischen Befunderhebung nicht zu sprengen, und Befunde wie Stimmbruch, Gesichtsbehaarung usw. nicht deutlich genug die pubertäre Entwicklung anzeigen, müssen diesbezügliche Untersuchungen wegen der besonderen Problematik bei Knaben einer späteren Veröffentlichung vorbehalten bleiben.

Der Durchbruch der Zwölfjahrmolaren wurde als klinischer Vergleichswert mit dem maximalen

Wachstumsschub gewählt, da er diesem zum einen zeitlich nahe ist und zum anderen nach Untersuchungen von ADLER, ADLER-HRADECKY und MOORREES geschlechtsbedingte Streuungen aufweist. Beide Phänomene lassen Koordinationsmöglichkeiten mit dem Stand der individuellen Entwicklung erwarten.

In den Untersuchungen wurden die Zwölfjahrmolaren topographisch differenziert nach Ober- und Unterkiefer, ferner ob im Durchbruch oder bereits voll durchgebrochen. In Übereinstimmung mit den meisten Daten der Literatur (ADLER) wurde ein Zahn als durchgebrochen bezeichnet, sobald nur ein kleines Stück der anatomischen Krone vom Zahnfleisch frei sichtbar war, als voll durchgebrochen, wenn der Zahn das Okklusionsniveau erreicht hat. Mädchen und Knaben wurden getrennt beurteilt, Probanden mit Störungen des Dentitionsrhythmus, wie in der Abbildung dargestellt, wurden in das Untersuchungsgut nicht aufgenommen (Abb. 9).

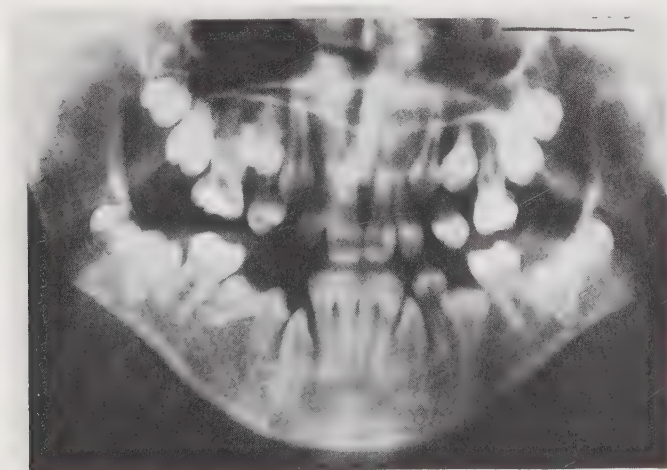


Abb. 9 Röntgen-Panorama-Aufnahme eines 14,3 Jahre alten Knaben, verkeilte und dadurch im Durchbruch verzögerte Zwölfjahrmolaren.

Die Röntgenpanorama-Aufnahme läßt eindeutig erkennen, daß der verzögerte Durchbruch der Molaren durch eine Verkeilung hervorgerufen wird.

In der zeitlichen Bestimmung der individuellen Entwicklung, sichtbar gemacht in der Wachstumskurve nach BJÖRK, hielten wir uns an die sog. acht Reifestadien nach BJÖRK, erhoben an Handskelett-Röntgenaufnahmen.

Die Handskelett-Röntgenaufnahmen - regelmäßig der linken Hand - wurden in der Kieferorthopädischen Abteilung mit dem Röntgengerät Tridorus 4 der Firma Siemens erstellt. Bei 42 KV und 150 mA wurde bei einem Abstand von 1 m 0,12 sec. belichtet.

b) Ergebnisse

1. Altersverteilung der Reifestadien

Die durchschnittliche Altersverteilung unseres Untersuchungsgutes, erhoben an 100 Knaben und 169 Mädchen im Alter von 9 bis 16 Jahren, veranschaulicht Abbildung 10.

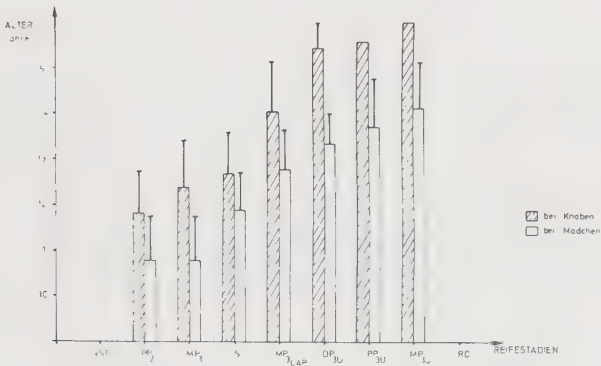


Abb. 10 Durchschnittliche Altersverteilung der Reifestadien mit Standardabweichungen.

Die Mehrzahl der Probanden ist hierbei in den frühen und mittleren Reifestadien verteilt, so daß wegen des geringen Probandengutes in den späteren Reifestadien auf die Erhebung der Standardabweichungen bei Knaben verzichtet wurde. Das R_c -Stadium, in dem die Epiphysenfugen von Ulna und Radius völlig verschmolzen sind, tritt in der Regel erst ab dem 18. Lebensjahr auf. Da das Wachstum von diesem Zeitpunkt ab weitgehend abgeschlossen ist, wurden Probanden dieses Reifestadiums in das Untersuchungsgut nicht aufgenommen.

Die entsprechend eingezeichneten Standardabweichungen wurden nach der mathematischen Formel

$$S = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}}{n - 1}}$$

errechnet.

Der Aussagewert dieser Querschnittsuntersuchung erschöpft sich in einer groben Orientierung, welche Reifestadien in welchem Lebensjahr gehäuft vorkommen. Die erheblichen Standardabweichungen lassen vermuten, daß Streuungen im Individualfall möglich ist. Deutlicher kommt zum Ausdruck, daß Mädchen in allen Reifestadien den Knaben zeitlich voraus sind. So erreichen nach dem vorliegenden Untersuchungsgut Mädchen das PP₂- und S-Stadium etwa 1 Jahr, das MP₃- und MP_{3 cap}-Stadium etwa 1 1/2 Jahre, die "u"-Stadien etwa 2 Jahre früher als Knaben.

2. Aussagewert des Zeitpunktes der Menarche

In eigenen Untersuchungen wurde an 169 Mädchen im Alter von 9 bis 16 Jahren der Frage nachgegangen, inwieweit ein Zusammenhang zwischen dem Einsetzen der Menarche und dem individuellen Stand der Entwicklung, erhoben an den beschriebenen Reifestadien, besteht, und in welchem dieser Stadien die Menarche gehäuft auftritt (Abb. 10).

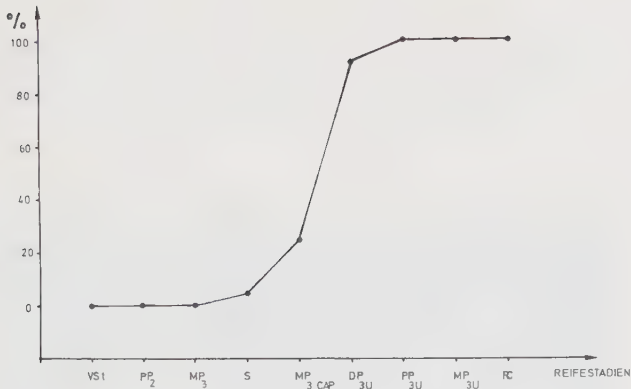


Abb. 10 Mädchen, bei denen die Menarche bereits eingetreten ist (aufgegliedert nach Reifestadien). Die Kurve wurde an 169 Mädchen im Alter von 9 - 16 Jahren ermittelt.

Der steile, fast stufenartige Anstieg im Verlauf der Kurve läßt erkennen, daß im Gegensatz zur breiten Streuung der Altersverteilung das Eintreten der Menarche in wenigen Reifestadien dicht gedrängt liegt.

In Zahlen ausgedrückt, ist im MP₃-Stadium bei allen weiblichen Probanden die Menarche noch nicht eingetreten (0 %).

Im S-Stadium war die Menarche eingetreten in 3 %,

im MP₃ cap-Stadium kommen 21 % hinzu,

im DP_{3u}-Stadium sind mit hinzukommenden 74 % nun zu 98 % und

im PP_{3u}-Stadium mit den restlichen 2 % in allen Fällen die Menarche eingetreten.

Die graphische Darstellung ist anhand von Querschnittsuntersuchungen ermittelt worden.

Die Stufe zwischen den beiden Stadien MP₃ cap und DP_{3u} wird eindrucksvoll sichtbar.

Die charakteristische Veränderung der Handskelett-Röntgenaufnahmen etwa 1/2 Jahr vor und nach Eintritt der Menarche, wie sie in den meisten Fällen unseres Untersuchungsgutes zu beobachten ist, soll in der folgenden Abbildung gezeigt werden (Abb. 11).



Abb. 11 a frühes $MP_{3\text{ cap}}$ -
Stadium, sechs
Monate vor Ein-
tritt der Menarche

11 b spätes $MP_{3\text{ cap}}$ -Stadium mit
Übergang in das $DP_{3\text{ u}}$ -Stadium
wenige Tage nach Einsetzen der
Menarche

Beide Röntgenaufnahmen können dem $MP_{3\text{ cap}}$ -Stadium zugeordnet werden. Das Bild a, das sechs Monate vor Eintritt der Menarche entstand, entspricht einem relativ frühen $MP_{3\text{ cap}}$ -Stadium. Die Epiphyse der mittleren Phalange des Mittelfingers zeigt eine Tendenz, die Diaphyse zu umfassen, die Metaphyse ist noch deutlich ausgeprägt.

An der distalen Phalange ist noch kein Verschmelzen der Epiphysenfuge zu erkennen. Die Abbildung b zeigt eine Aufnahme, die wenige Tage nach Eintritt der Menarche entstand. Hier wird der Übergang vom $MP_{3\text{ cap}}$ -Stadium in das $DP_{3\text{ u}}$ -Stadium sichtbar. Eine vollkommene Verknöcherung der Epiphysenfuge der distalen Phalange ist noch nicht festzustellen, dürfte jedoch in Wochen bis wenigen Monaten zu erwarten sein. Es ist bislang nur in relativ wenigen Fällen gelungen, zum genauen Zeitpunkt der Menarche Handskelettaufnahmen derjenigen Mädchen zu erhalten, bei denen Handskelettaufnahmen vorhergehender Reifestadien vorliegen.

Die wenigen Fälle, die zu Längsschnittuntersuchungen herangezogen werden konnten, bestätigen jedoch den Kurvenverlauf, wie er in Abbildung 10 gezeigt wurde. Ist im $MP_{3\text{ cap}}$ -Stadium erst zu 24 % die Menarche eingetreten, so ist im $DP_{3\text{ u}}$ -Stadium zu 98 % aller Mädchen der Eintritt der Menarche erfolgt.

Aufgrund des vorliegenden Untersuchungsgutes läßt sich der Zeitpunkt der Menarche im Spektrum der Reifestadien relativ genau einengen. Er fällt im überwiegenden Teil der Probanden in den Übergang vom $MP_{3\text{ cap}}$ -Stadium in das $DP_{3\text{ u}}$ -Stadium.

Die Lokalisation dieses beschriebenen Überganges in der Wachstumskurve besagt, daß die Menarche in nahezu allen Fällen nach dem Maximum des pubertalen Wachstumschubes auftritt. Da nach unserem Untersuchungsgut der Eintritt der Menarche dem $DP_{3\text{ u}}$ -Stadium näher liegt als dem $MP_{3\text{ cap}}$ -Stadium, muß aufgrund der erheblichen Differenz der Wachstumsintensität dieser beiden Stadien der Eintritt der Menarche zu einem Zeitpunkt sinkender Wachstumsintensität angesehen werden. Als wesentlicher Faktor in der Wachstumsprognose kommt hinzu, daß der pubertale Wachstumsschub bei Mädchen nicht in gleich starkem Maße ausgeprägt ist wie bei Knaben. Aus diesen Beobachtungen läßt sich somit für die Kieferorthopädie folgern, daß nach Eintritt der Menarche mit keinem wesentlichen Wachstum des Gesichtsschädels mehr gerechnet werden kann.

3. Aussagewert des Durchbruches der Zwölfjahrmolaren

In Kenntnis des exakten zeitlichen Ablaufes der Physiologie des Zahndurchbruches vom frühen Kindesalter über das Alter des Zahnwechsels bis zum Durchbruch der letzten Zuwachszähne wurde in den vorliegenden Untersuchungen der Frage nachgegangen, welche Aussagekraft dem Durchbruch der Zwölfjahrmolaren für die Bestimmung des präpubertalen Wachstumsschubes eingeräumt werden kann.

In einem ersten Untersuchungsgang wurde der Durchbruch der Zwölfjahrmolaren nach Lebensjahren aufgegliedert, wobei hier voll durchgebrochene und noch nicht durchgebrochene Zähne gegenübergestellt wurden (Abb. 12).

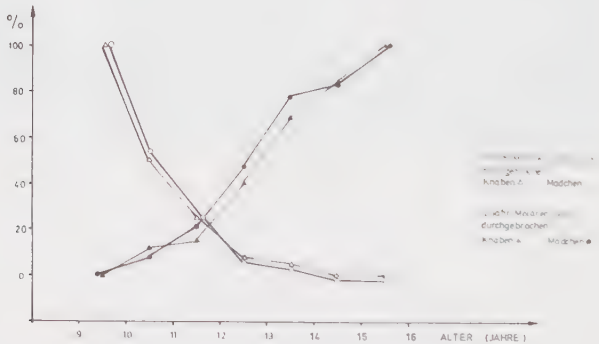


Abb. 12 Durchbruch der Zwölfjahrmolaren aufgegliedert nach Lebensalter.

Diese Untersuchung zeigte, daß im Alter von 10 - 11 Jahren in etwa 50 % der Fälle die Zwölfjahrmolaren noch nicht durchgebrochen sind. Zwischen 11 und 12 Jahren ist die Anzahl der noch nicht durchgebrochenen Zwölfjahrmolaren schon auf etwa 25 % gesunken, und zwischen 12 und 13 Jahren liegt die Prozentzahl unter 10. Bemerkenswert ist, daß sich dieser Ablauf bei Knaben und Mädchen relativ wenig unterscheidet. Nach dem 11. Lebensjahr ist die Anzahl der Mädchen, bei denen die Zwölfjahrmolaren noch nicht durchgebrochen sind, etwas kleiner als die der Knaben. Darin spiegelt sich der bereits bekannte geringe Vorsprung der Mädchen in der Dentition wieder. Der geringgradige Vorsprung der Mädchen wird auch in der Kurve der bereits voll durchgebrochenen Zwölfjahrmolaren nach dem 11. bis 12. Lebensjahr erkennbar. In diesem Alter sind bei Knaben ca. 15 %, bei Mädchen ca. 20 % der Zwölfjahrmolaren voll durchgebrochen. Die Kurven steigen in gleicher Steilheit mit etwa gleichbleibendem Vorsprung der Mädchen, bis etwa das 14. Lebensjahr erreicht ist.

Im weiteren Verlauf ist der Vorsprung der Mädchen aufgeholt und bis zum 15. Lebensjahr sind nahezu alle Zwölfjahrmolaren vollständig durchgebrochen.

In einem zweiten Untersuchungsgang wurde der Durchbruch der Zwölfjahrmolaren zu den Reifestadien des Handskeletts in Beziehung gesetzt (Abb. 13).

Die hier ermittelten Kurven erlauben folgende Aussage:

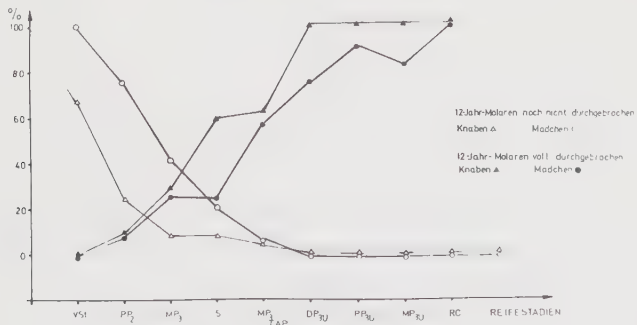


Abb. 13 Durchbruch der Zwölfjahrmolaren aufgegliedert nach Reifestadien.

In allen Reifestadien wird ein deutlicher Vorsprung der Knaben gegenüber den Mädchen sichtbar. Während im PP_2 -Stadium, der Phase relativ geringer Wachstumsintensität, bei Mädchen noch zu knapp 80 % die Zwölfjahrmolaren nicht durchgebrochen sind, verringert sich der Prozentsatz bei den Knaben auf ca. 24 %. Im MP_3 - und dem S-Stadium wird der auffallende Unterschied etwas geringer. Ab dem $MP_{3\text{ cap}}$ -Stadium finden sich sowohl bei Mädchen wie bei Knaben kaum Probanden, bei denen noch keine Zwölfjahrmolaren durchgebrochen sind.

Völlig durchgebrochene Zwölfjahrmolaren werden, wenn das ulnare Sesamoid sichtbar wird, bei Knaben zu etwa 60 %, bei Mädchen jedoch nur zu ca. 25 % vorgefunden. Der Geschlechtsunterschied wirkt sich bei den vollständig durchgebrochenen Zwölfjahrmolaren mit einem Vorsprung der Knaben bis in die "u"-Stadien aus.

Beim Vergleich der Kurvenläufe aus dem ersten und zweiten Untersuchungsgang, nämlich der Aufgliederung einmal nach Lebensalter, zum zweiten nach Reifestadien, wird folgendes Verhalten erkennbar: Die einander zugehörigen Kurven gleichen sich hinsichtlich Verlauf und Steilheit. In der Aufgliederung nach Lebensalter unterscheiden sich hinsichtlich des Durchbruches der Zwölfjahrmolaren die Knaben nicht wesentlich von den Mädchen. Die Mädchen weisen bekanntermaßen einen geringen Vorsprung auf, der hier bestätigt wird. In der Aufgliederung nach Reifestadien wird jedoch eine deutliche Differenz zwischen Knaben und Mädchen erkennbar, wobei die Knaben in den entscheidenden Reifestadien des pubertalen Wachstumsschubes den Mädchen in der Dentition voraus sind. Die Kurven der noch nicht durchgebrochenen und der bereits voll durchgebrochenen Zwölfjahrmolaren kreuzen sich in der Aufgliederung nach Lebensalter zwischen dem elften und zwölften Lebensjahr, wobei der Treffpunkt bei Mädchen etwas früher stattfindet als bei Knaben. Anders jedoch in der Aufgliederung nach Reifestadien; hier fällt die Kreuzung der Kurven bei den Knaben in die Phase zwischen dem PP_2 - und dem MP_3 -Stadium, bei Mädchen erst zwischen dem MP_3 - und S-Stadium, also eine Reifephase später als bei Knaben.

Wurde in den beiden vorangehenden Diagrammen das Verhalten der noch nicht durchgebrochenen und der bereits voll durchgebrochenen Zwölfjahrmolaren zu Lebensalter und zu den Reifestadien untersucht, so gilt die Aufmerksamkeit in den nächsten Untersuchungen den im Durchbruch befindlichen Zwölfjahrmolaren (Abb. 14 u. 15). Hier werden jeweils die Fälle beurteilt, bei denen mindestens ein Zwölfjahrmolar gerade im Durchbruch ist, jedoch nicht sämtliche Zwölfjahrmolaren das Okklusionsniveau erreicht haben. Eine weitere Aufgliederung etwa nach beginnendem und weiter fortgeschrittenem Durchbruch erwies sich als nicht sinnvoll, so daß hier sämtliche im Durchbruch befindliche Zwölfjahrmolaren, unabhängig vom genaueren Durchbruchsstadium, zur Beurteilung herangezogen wurden.

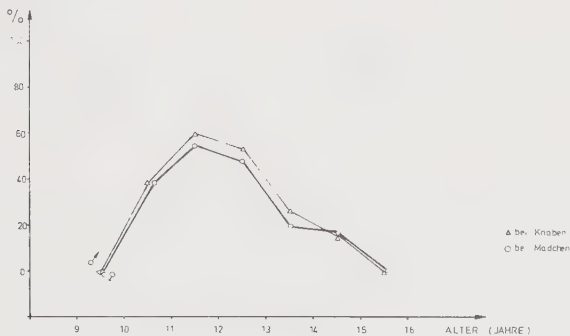


Abb. 14 Im Durchbruch befindliche Zwölfjahrmolaren aufgegliedert nach Lebensalter.

In der Gegenüberstellung Durchbruch der Zwölfjahrmolaren - Lebensalter zeigen die Kurvenverläufe bei Knaben wie bei Mädchen einen steilen Anstieg der im Durchbruch

befindlichen Zwölfjahrmolaren bis in das Alter von 11 - 12 Jahren, dann fallen beide Kurven erst langsam, bis das zwölfte Lebensjahr überschritten ist, dann wieder steiler ab, bis nach dem vierzehnten Lebensjahr bei weniger als 20 % noch im Durchbruch befindliche Zwölfjahrmolaren zu beobachten sind (Abb. 14). Der Gipfel zwischen dem elften und zwölften Lebensjahr, der bei Knaben und Mädchen in das gleiche Lebensalter fällt, besagt, daß in diesem Alter am häufigsten, in über 50 % der Fälle, soeben durchbrechende Zwölfjahrmolaren gefunden werden. Nach diesem Altersabschnitt gilt für Knaben wie für Mädchen, daß nun die Zahl der voll durchgebrochenen Zwölfjahrmolaren zunimmt und damit zwangsweise die Zahl der noch im Durchbruch befindlichen Zwölfjahrmolaren abnimmt. Vor allem um das dreizehnte Lebensjahr fällt die Kurve bei Knaben wie bei Mädchen am intensivsten ab. Die Tatsache, daß bei Mädchen die Zwölfjahrmolaren etwas früher durchbrechen, kommt darin zum Ausdruck, daß Mädchen, in der vorliegenden Kurve vom elften Lebensjahr an ersichtlich, bis zu etwa vierzehn Jahren nicht den gleich hohen Prozentsatz der noch im Durchbruch befindlichen Zwölfjahrmolaren aufweisen. Bei Mädchen werden nämlich die inzwischen etwas häufiger voll durchgebrochenen Zwölfjahrmolaren in der vorliegenden Kurve nicht erfaßt, was sich methodisch in der geringen Differenz der Steilheit gegenüber Knaben bemerkbar macht.

Aus der Darstellung des Durchbruches der Zwölfjahrmolaren, aufgegliedert nach Lebensalter, ist als Ergebnis zu entnehmen, daß die Kurve der im Durchbruch befindlichen Zwölfjahrmolaren bei Knaben wie bei Mädchen gleich, bzw. kongruent verläuft. Der Durchbruch der Zwölfjahrmolaren, nach Reifestadien aufgegliedert, ist im Diagramm der Abbildung 15 dargestellt. Jede der beiden Kurven zeigt auffallend ähnliches Verhalten mit den Kurven, die nach Lebensalter aufgegliedert waren. Auch hier fällt ein steiler Anstieg bis zum Gipfel auf und in gleichem Maße, in dem voll durchgebrochene Zwölfjahrmolaren an Häufigkeit zunehmen, sinkt nun die Kurve bei Knaben wie bei Mädchen ab. Jedoch wird auch hier ein entscheidender Unterschied im Durchbruch der Zwölfjahrmolaren zwischen Mädchen und Knaben deutlich, analog den Ergebnissen, die bei den Untersuchungen der voll durchgebrochenen und noch nicht durchgebrochenen Zwölfjahr-

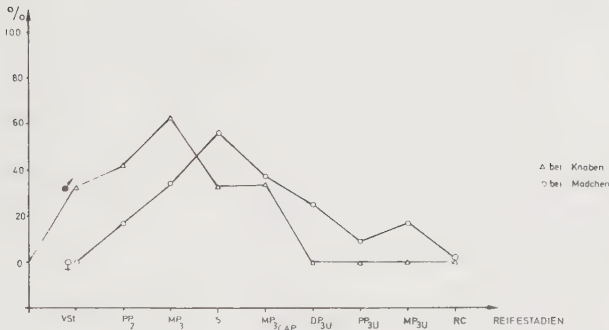


Abb. 15 Im Durchbruch befindliche Zwölfjahrmolaren, aufgegliedert nach Reifestadien.

molaren erzielt wurden. Knaben sind nach dem vorliegenden Untersuchungsgut auch hinsichtlich der im Durchbruch befindlichen Zwölfjahrmolaren in den jeweiligen Reifestadien den Mädchen deutlich voraus. Im Vorstadium - dieses ist einer Gruppe von Kindern zugeordnet, die das neunte Lebensjahr überschritten haben, bei denen jedoch das PP₂-Stadium noch nicht eingetreten ist - brechen bei Knaben bereits in über 30 % der Fälle Zwölfjahrmolaren durch, ein Befund der bei Mädchen erst etwa im MP₃-Stadium zu erheben ist. Den Gipfel der Kurve erreichen Knaben im MP₃-Stadium, Mädchen erst, wenn das ulnare Sesamoid sichtbar wird. Bei Mädchen fällt auf, daß noch in den "u"-Stadien ein relativ hoher Prozentsatz von durchbrechenden Zwölfjahrmolaren zu beobachten ist, während bei Knaben in diesen fortgeschrittenen Reifestadien so gut wie alle Zwölfjahrmolaren bereits voll durchgebrochen sind.

Während die Kurven Durchbruch der Zwölfjahrmolaren - Lebensalter bei Knaben wie Mädchen kongruent verlaufen, zeigen die Kurven Durchbruch der Zwölfjahrmolaren - Reifestadien in ihrem Verhalten Ähnlichkeit hinsichtlich Verlauf und Steilheit, sind jedoch nach Art eines Phasensprunges voneinander abgesetzt.

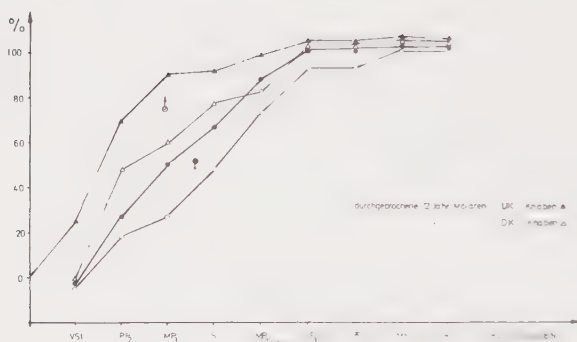


Abb. 16 Bereits durchgebrochene Zwölfjahrmolaren im Ober- und Unterkiefer, aufgegliedert nach Reifestadien.

Der letzte Untersuchungsgang gilt der Fragestellung, wie sich der Durchbruch der Zwölfjahrmolaren des Oberkiefers gegenüber dem des Unterkiefers in den einzelnen Reifestadien verhält (Abb. 16). Auch hier wurden Knaben und Mädchen getrennt beurteilt. Es erschien bei der Einteilung nach Ober- und Unterkiefer zweckmäßig, den Stand des Durchbruches der Zwölfjahrmolaren nicht weiter aufzugliedern, sondern nur festzuhalten, ob Zwölfjahrmolaren bereits durchgebrochen sind oder nicht. Die Bewertung erfolgte nach folgendem Prinzip: Sind z. B. im Unterkiefer beide Zwölfjahrmolaren durchgebrochen, so werden dem Unterkiefer 100 % zugesprochen, bei nur einem durchgebrochenen Zwölfjahrmolaren 50 %, ist noch keiner durchgebrochen, so 0 %. Die Summe aller Bewertungsprozensätze innerhalb eines Reifestadiums dividiert durch die Anzahl "n" ergibt den Gesamtprozentsatz der bereits durchgebrochenen Zwölfjahrmolaren in einem bestimmten Reifestadium.

Im Vorstadium, der Phase vom 9. Lebensjahr ab bis zum Eintritt des PP₂-Stadiums, sind

bei Mädchen weder im Ober- noch im Unterkiefer Zwölfjahrmolaren durchgebrochen. Bei Jungen finden sich jedoch im Unterkiefer bereits bei einem Viertel der Fälle durchgebrochene Zwölfjahrmolaren.

Im PP_2 -Stadium sind bei Mädchen im Unterkiefer über 25 %, im Oberkiefer unter 20 % Zwölfjahrmolaren durchgebrochen. Bei Knaben wird in diesem Stadium im Oberkiefer etwa die Hälfte aller Zwölfjahrmolaren vorgefunden, und im Unterkiefer sind nun, wo der präpubertale Wachstumsschub noch bevorsteht, zu etwa 70 % alle Zwölfjahrmolaren durchgebrochen.

In den weiteren Stadien, vor allem während des Maximums des präpubertalen Wachstumschubes, bleibt der kontinuierliche Vorsprung der Knaben gegenüber den Mädchen, sowie des Unterkiefers gegenüber dem Oberkiefer bestehen. Erst im DP_{3u} -Stadium, wenn der Wachstumsschub seinem Ende zugeht, erfolgt eine Nivellierung insofern, als bei Knaben der Vorsprung des Unterkiefers durch den Oberkiefer aufgeholt wird, und bei Mädchen im Unterkiefer inzwischen alle Zwölfjahrmolaren durchgebrochen sind. Der Vorsprung des Unterkiefers hinsichtlich des Durchbruches der Zwölfjahrmolaren wird bei Mädchen erst in den späteren "u"-Stadien durch den Oberkiefer aufgeholt.

Die vier Kurven des Diagrammes der Abbildung 16 verlaufen relativ gleichmäßig, phasenartig nach Geschlechtern und topographischer Differenzierung nach Ober- und Unterkiefer abgesetzt und lassen in keinem Stadium ein etwa typisches Verhalten erkennen, aus dem eine Art Induktion des skelettalen Entwicklungsstandes auf die Dentition der Zwölfjahrmolaren zu erkennen wäre.

IV. DISKUSSION

In der vorliegenden Arbeit werden verschiedene Methoden zur zeitlichen Festlegung des präpubertalen Wachstumsschubes untersucht. Der präpubertale Wachstumsschub ist für die kieferorthopädische Behandlung deswegen von Interesse, weil in diesem Altersabschnitt einerseits die Dentition bereits soweit fortgeschritten ist, daß gezielte dento-alveoläre Bewegungen durchgeführt werden können, andererseits das Wachstum des Gesichtsschädels noch nicht abgeschlossen ist, so daß noch skelettale Veränderungen zu erwarten sind.

Die Wachstumsintensität eines Jugendlichen in der Zeit des präpubertalen Wachstumsschubes entspricht etwa der eines zweijährigen Kindes.

Die Kernfrage, ob vor dem Wachstumsschub der Gesamtkörperlänge auch auf das Wachstum des Gesichtsschädels, das für den Kieferorthopäden von Interesse ist, geschlossen werden kann, bedarf an dieser Stelle besondere Berücksichtigung.

Da hierfür keine eigenen Untersuchungen vorliegen, seien die Stellungnahmen folgender Autoren zu diesem Problem angeführt:

HUNTER stellte 1966 in seinen Untersuchungen an 34 Mädchen und 25 Knaben fest, daß der maximale Wachstumsschub des Gesichtsschädels bei dem größten Teil seines Untersuchungsgutes mit dem maximalen Längenwachstum übereinstimmt. Diese Ergebnisse standen im Widerspruch zu den Beobachtungen früherer Untersucher. 1971 kamen aber in Australien BROWN, BARRETT und GRAVE aufgrund von Längsschnittuntersuchungen an 61 Knaben und 34 Mädchen ebenfalls zu dem Ergebnis, daß das maximale Wachstum des Gesichtsschädels etwa zur selben Zeit wie das der Gesamtkörperlänge stattfindet. Auch BJÖRK konnte 1972 aufgrund seiner Längsschnittuntersuchungen den Zusammenhang

zwischen dem Wachstum des Gesichtsschädels und dem der Gesamtkörperlänge bestätigen. Übereinstimmung fand er in etwa drei Viertel der Probanden, ein Viertel wich bis zu einem Jahr ab.

Aufgrund der Untersuchungsergebnisse der genannten Autoren konnte deshalb in der vorliegenden Arbeit vom Zeitpunkt des maximalen Längenwachstums auf die maximale Wachstumsintensität des Gesichtsschädels geschlossen werden. Die Anerkennung dieser Prämisse ist insofern von Bedeutung, als der präpubertale Wachstumsschub im wesentlichen wohl als der letzte Wachstumsimpuls der Gesichtsschädelknochen angesehen werden muß, nach dessen Abschluß kein weiteres Wachstum mehr zu erwarten ist. Dies gibt die folgende Abbildung wieder, die dem Lehrbuch der Anthropologie von MARTIN und SALLER entnommen ist (Abb. 17).

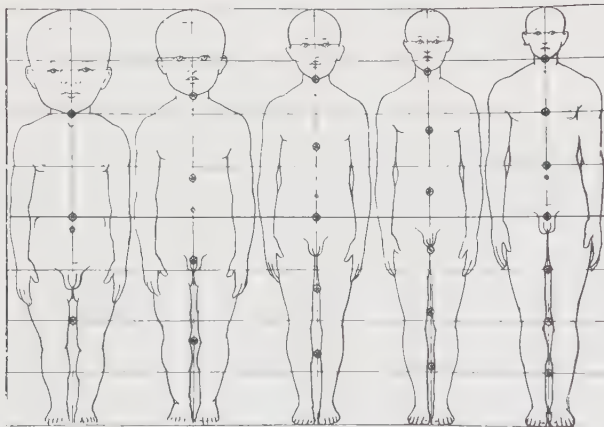


Abb. 17 Veränderungen der vertikalen Körperproportionen von Geburt bis zum Erwachsenenalter. (Nach MARTIN, R. SALLER, K.; Lehrbuch der Anthropologie, Bd. 2, Stuttgart 1959, Abb. 328 b, S. 752)

Veränderungen der vertikalen Körperproportionen während des Wachstums weisen in der Reifungsintensität ein kranio-kaudales Gefälle auf, da der Kopf früher als der Rumpf und Extremitäten seine endgültige Größe erreicht hat. Im Alter von ca. 12 Jahren, dem etwa die zweite Zeichnung von rechts entspricht, müssen bis zum Erreichen der erwachsenen Körperproportionen Rumpf und Extremitäten den Vorsprung des Kopfes nachholen, so daß von Seiten des Kopfes von dieser Zeit ab kein nennenswertes Wachstum mehr zu erwarten ist.

Nach TANNER haben die Länge, die Breite und der Umfang des Kopfes im Alter von 10 Jahren rund 96 % der Werte eines Erwachsenen erreicht, und dennoch wird die Wachstumsveränderung des Kopfes noch erkennbar.

Nach YOUNG wird der frontale und biparietale Bogen über die Schädelhöhe nach dem Alter von 12 Jahren nur noch um 1 – 2 % länger. Der pubertale Wachstumsschub wirkt sich in einer Zunahme an Dicke der Knochensubstanz um ca. 15 % aus.

TANNER fand ferner, daß nach dem zwölften Lebensjahr die Schädelbasis durchschnittlich noch 6 bis 7 %, der Unterkiefer jedoch bis zu 25 % seiner endgültigen Länge zugewinnt. Von besonderem kieferorthopädischen Interesse ist, daß lt. Tanner von dem Wachstumsschub vor allem der aufsteigende Ast des Unterkiefers betroffen sein soll, und dieses Wachstum bei Knaben ungleich stärker ausgeprägt ist als bei Mädchen.

Den Stand der Ossifikation des Handskeletts, dargestellt im Röntgenbild, als Indikator der skelettalen Entwicklung zu verwenden, ist allgemein üblich und ein bewährtes Verfahren. GREULICH und PYLE haben die ossäre Entwicklung des Handskeletts für die pädiatrische Praxis im einzelnen festgelegt, BJÖRK in den Reifestadien die Intensität des Wachstum im Zeitraum des präpubertalen Wachstumsschubes für die kieferorthopädische Problemstellung exakt wiedergegeben.

Der zeitlichen Verteilung des Auftrittes der Reifestadien im Verhältnis zum pubertalen Wachstumsschub, wie HELM, SIERSBAEK-NIELSEN, SKIELLER und BJÖRK 1971 ermittelten, lassen sich derzeit keine eigenen Untersuchungen gegenüberstellen, da die hierfür notwendigen Longitudinaluntersuchungen noch nicht abgeschlossen sind. Die von uns vorgenommenen Untersuchungen, Möglichkeiten zur Feststellung des präpubertalen Wachstumsschubes zu finden, basieren daher auf den Ergebnissen von Untersuchungen oben genannter Autoren.

Wird die jährliche Zunahme der Körpergröße in Zentimeter über mehrere Jahre hin, etwa von dem achten Lebensjahr an, erfaßt, so läßt sich nach Untersuchungen von HELM, SIERSBAEK-NIELSEN, SKIELLER und BJÖRK eine individuelle Wachstumskurve ermitteln, aus der eindrucksvoll der Verlauf des präpubertalen Wachstumsschubes zu ersehen ist.

Es wäre somit theoretisch denkbar, den Beginn des präpubertalen Wachstumsschubes an dem Punkt des Kurvenverlaufes zu erkennen, wo der horizontale oder abwärts gerichtete Teil der Phase des präpubertalen Minimums in den nach oben führenden Teil zum pubertalen Maximum übergeht.

Dieses Verfahren könnte sich als Möglichkeit anbieten, den präpubertalen Wachstumsschub zu erkennen, bevor sein Wachstumsmaximum eingetreten ist. Die Erstellung einer solchen individuellen Wachstumskurve müßte so früh wie möglich begonnen werden, mindest etwa von dem achten Lebensjahr ab und müßte von demselben Untersucher an demselben Meßgerät in halbjährlichen Abständen in Form von Längenmessungen des Gesamtkörpers durchgeführt werden. Die Praktikabilität dieses Verfahrens dürfte jedoch insofern auf Kritik stoßen, als der Knick im Verlauf der Kurve zwischen präpubertalem Minimum und dem beginnenden Wachstumsschub durch individuelle Schwankungen der Wachstumsintensität in der Zeit vor und während des präpubertalen Minimums vorgetäuscht werden könnte. Man wird erst bei einem deutlichen Ansteigen der Kurve bei Werten über 6 cm pro Jahr von Wachstumsschub sprechen können, wobei die ermittelten Einzelwerte in Zusammenhang mit der Gesamtkörpergröße und evtl. der zu erwartenden Erwachsenengröße gesehen werden müssen. Ein deutliches Ansteigen der Kurve verläuft in der Regel im MP_3 -Stadium.

Bei dem größten Teil der Probanden von HELM, SIERSBAEK-NIELSEN, SKIELLER und BJÖRK (1971) liegt dieses Stadium etwa 1 Jahr vor dem Wachstumsmaximum. Ob nach Abschätzung des noch vorhandenen Wachstumspotentiales zu diesem Zeitpunkt der Beginn der kieferorthopädischen Maßnahmen rechtzeitig, zu früh oder zu spät liegt, hängt im wesentlichen von der klinischen Problematik des Einzelfalles ab. Schon SHUTTLEWORTH (1939) machte auf eine geschlechtsbedingte Streuung in der Intensität des präpubertalen Wachstumsschubes aufmerksam, die von HUNTER (1966) bestätigt wurde. So werden im Wachstumsmaximum Knaben jährlich etwa 10 cm größer, Mädchen nur etwa 8 cm. Die dadurch bedingte Abflachung der Wachstumskurve könnte dazu führen, daß die Interpretation der individuellen Wachstumskurve bei Mädchen erschwert wird.

1943 haben SIMMONS und GREULICH aufgrund jährlicher Messungen des Körpergewichtes Gewichtskurven aufgezeichnet, deren Verlauf ebenfalls wie die Wachstumskurven, erhoben an Längenmessungen, einen präpubertalen Wachstumsschub erkennen lassen. Es bleibt in der Diskussion offen, ob das Gewicht im Laufe des Wachstums von größeren Schwankungen betroffen wird als die Körperlänge und es sich daher zur Herstellung einer individuellen Wachstumskurve weniger gut eignet. Diesbezügliche Untersuchungen stehen noch aus. Nach Berichten von STOLZ, H. R. und STOLZ, L. M. (1956) tritt jedoch bei Knaben etwa 1 Jahr vor dem Wachstumsschub der Körperlänge ein Wachstumsschub des Fettgewebes auf, so daß die Beobachtung des Fettgewebes eines männlichen Patienten somit Aufschluß über den bevorstehenden oder eingetretenen pubertalen Wachstumsschub geben könnten.

Da bekanntermaßen kein Anzeichen körperlicher Entwicklung in gleichem Maße mit der skelettalen Reifung korreliert wie die pubertäre Entwicklung, mußte geklärt werden, welche Kriterien der pubertären Entwicklung im Rahmen der kieferorthopädischen Befunderhebung einschließlich der Anamnese gefunden werden können.

Bei Knaben mußte wegen der eingangs erwähnten Problematik auf die Erfassung der pubertären Entwicklung zunächst verzichtet werden. Entsprechende Untersuchungen sollen in Zusammenarbeit mit der Universitäts-Kinderklinik später erfolgen.

Bei Mädchen erwies sich als eine Möglichkeit, die pubertäre Entwicklung zu erfassen, der Eintritt der Menarche, der durch Befragen ermittelt werden kann. Bei relativ großer zeitlicher Streubreite tritt die Menarche in der Regel zwischen dem 11. und 15. Lebensjahr ein.

Zum Vergleich mit unseren Ergebnissen seien die Daten von BOJLÉN, RASCH und WEIS BENTZON angeführt. Nach ihrem Untersuchungsgut tritt die Menarche

unter	12 Jahren	bei	4,5 % der Fälle
zwischen	12 und 13 Jahren	bei	19 % der Fälle
zwischen	13 und 14 Jahren	bei	39,5 % der Fälle
zwischen	14 und 15 Jahren	bei	25 % der Fälle
über	15 Jahren	bei	10 % der Fälle

ein.

In einer GAUSS'schen Verteilungskurve liegen die Werte zwischen dem 13. und 14. Lebensjahr zwar zentral, nehmen jedoch gegenüber den benachbarten Werten nur einen relativ schmalen Sektor in Anspruch. Diese als typisch anzusehende Verteilungskurve entspricht den meisten Angaben der Literatur (TANNER) und ist der Ausdruck einer großen zeitlichen Streuung der Menarche.

Versucht man, in einer breiten Streuung ein System zu finden und ordnet entlang der jeweiligen Wachstumskurven den durchschnittlichen Eintritt der Menarche nach drei Gruppen, nämlich bei früh-, durchschnittlich- und spätreifenden Mädchen, so erhält man ein Diagramm, wie es SIMMONS und GREULICH ermittelt haben (Abb. 18).

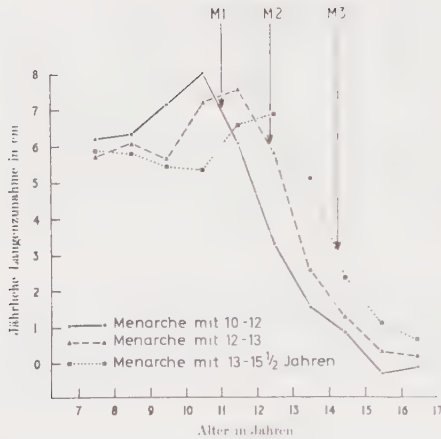


Abb. 18 Die maximalen Wachstumsgeschwindigkeiten und ihr zeitlicher Abstand von der Menarche bei früh-, durchschnittlich- und spätreifenden Mädchen.
(Diagramm nach SIMMONS und GREULICH, 1943, in TANNER, J. : Growth at adolescence, 2 nd. Ed., Blackwell, Oxford, 1962, S. 110)

Im Diagramm ist bemerkenswert, daß bei der Gruppe der frühreifenden Mädchen nicht nur die Menarche früher einsetzt, sondern auch der Wachstumsschub früher erfolgt. Entsprechend verhalten sich die anderen beiden Gruppen, wenn auch der zeitliche Abstand vom Wachstumsmaximum zum Einsetzen der Menarche in der Gruppe der spätreifenden Mädchen wesentlich zunimmt.

Ausgehend von der Überlegung, daß die Menarche in engem Zusammenhang mit dem skelettalen Reifestand zu sehen ist, konnten wir in eigenen Untersuchungen klar nachweisen, daß im Gegensatz zur breiten Streuung der Altersverteilung das Eintreten der Menarche in wenigen Reifestadien dicht gedrängt liegt.

Zahlenmäßig kommt dies in unserem Diagramm zum Ausdruck, daß im S-Stadium in 3 % aller weiblicher Probanden im übernächsten Stadium, dem DP_{3u} -Stadium, jedoch bereits zu 98 % die Menarche eingetreten ist.

Unsere graphische Darstellung ist anhand von Querschnittsuntersuchungen ermittelt worden. Obwohl die Stufe zwischen den beiden Stadien MP_{3cap} und DP_{3u} eindrucksvoll sichtbar ist, dürften Längsschnittuntersuchungen den Stufencharakter noch verstärken.

Den Zeitpunkt der Menarche konnten wir im Spektrum der Reifestadien noch weiter einengen. Es liegen nur relativ wenig Fälle vor, in denen es möglich war, zum genauen Zeitpunkt der Menarche Handskelett-Röntgenaufnahmen vorzunehmen. Erstaunlicherweise liegt bei diesen Mädchen die Menarche im Übergang vom MP_{3cap} -Stadium in das DP_{3u} -Stadium.

Diese Beobachtung ist insofern bedeutsam, als BJÖRK und HELM (1967) aufgrund ihrer Längsschnittuntersuchungen an 20 Mädchen den Eintritt der Menarche auf $17 \pm 2,5$ Monate nach dem Maximum des Wachstumsschubes zeitlich festlegten, in einigen Fällen auf das selbe Jahr und ein Jahr darauf. Der Eintritt der Menarche war daher ein Indikator dafür, daß das Maximum des pubertalen Wachstumsschubes eingetreten oder bereits überschritten ist.

Nach unserem Untersuchungsgut, das an einer relativ großen Zahl, nämlich 169 Mädchen ermittelt wurde, konnten wir zur Aussage von BJÖRK und HELM hinzufügen, daß die Menarche in dem weitaus größten Teil dieser Querschnittsuntersuchungen in den Übergang vom MP_{3cap} -Stadium in das DP_{3u} -Stadium fällt. Die Lokalisation dieses beschriebenen Überganges besagt, daß die Menarche in nahezu allen Fällen nach dem Maximum des pubertalen Wachstumsschubes auftritt. Ihre Affinität zum DP_{3u} -Stadium läßt für den weitaus größten Teil der untersuchten Mädchen schließen, daß nach Eintritt der Menarche mit keinem wesentlichen Wachstum des Gesichtsschädels mehr gerechnet werden kann.

Für die Kieferorthopädie bedeuten diese Ergebnisse, daß die Wachstumsbereitschaft eines Mädchens mit dem Einsetzen der Menarche im Sinken begriffen ist. Diese Tatsache ist insofern von beachtlicher prognostischer Bedeutung, als es damit für bestimmte Maßnahmen im Rahmen der kieferorthopädischen Therapie (z. B. skelettale Veränderungen) zu spät sein kann.

Bezüglich der Vorausbestimmung der Menarche könnten Hinweise von Interesse sein, die auf einen frühen, mittleren oder späten Eintritt der Menarche deuten. Untersuchungen von PETRI, GOULD und GOULD und TISSERAND-PERRIER zeigen, daß das Menarchealter bei Müttern und Töchtern, sowie Schwestern, vor allem auch bei eineiigen Zwillingen, weitgehend übereinstimmt. Der durchschnittliche Unterschied beträgt nach den genannten Autoren bei eineiigen Zwillingen ca. 2,8 Monate, bei zweieiigen Zwillingen und Schwestern etwa 12 Monate.

Nachdem bei nicht verwandten Frauen der durchschnittliche Unterschied mit über 18 Monaten angegeben wird, könnten aus der Kenntnis der genetischen Streuung, wie sie in der Familie beobachtet wird, eine sorgfältige Anamnese, wenn auch mit Einschränkungen, einen Hinweis auf die zu erwartende Entwicklung eines Mädchens geben.

Um ein weiteres Kriterium für den maximalen Wachstumsschub zu erhalten, wurde der Durchbruch der Zwölfjahrmolaren in Beziehung zu den Reifestadien analysiert.

Nach den Untersuchungen von BJÖRK (1972) fällt der Durchbruch der Zwölfjahrmolaren, der Eckzähne und der Prämolaren in das Stadium des pubertalen Wachstumsschubes, nämlich vom S-Stadium bis in das DP_{3u} -Stadium. BJÖRK ging in seinen Untersuchungen nur von voll durchgebrochenen Zähnen aus und schloß, daß die Dentition dieser Zähne keine Information darüber geben können, ob der maximale Wachstumsschub noch bevorsteht oder bereits überschritten ist. Auf dieses Problem wurde in den vorliegenden Untersuchungen im Detail eingegangen und es wurden anhand von 100 Knaben und 169 Mädchen nicht nur voll durchgebrochene Zwölfjahrmolaren mit dem maximalen Wachstumsschub in Verbindung gebracht, sondern es wurden darüber hinaus Differenzierungen vorgenommen nach im Durchbruch befindlichen Zwölfjahrmolaren, außerdem nach denen

des Oberkiefers und denen des Unterkiefers. Wie bei dem Untersuchungsgut von BJÖRK wird auch bei uns erkennbar, daß der Durchbruch der Zwölfjahrmolaren im wesentlichen um den pubertalen Wachstumsschub herum stattfindet.

In unserem Untersuchungsgut sind jedoch bei Knaben im S-Stadium bereits zu 60 % die Zwölfjahrmolaren voll durchgebrochen. Bei Mädchen erfolgt im Gegensatz zu BJÖRK's Material im Anschluß an das DP_{3U} -Stadium ein weiterer Anstieg bis zum PP_{3U} -Stadium, in dem dann nahezu alle Zwölfjahrmolaren voll durchgebrochen sind. Die Folgerung BJÖRK's, daß die Dentition, hier auch der Zwölfjahrmolaren, nicht in der Lage sei, den individuellen Reifegrad anzugeben, kann insofern mit unserem Untersuchungsergebnis in Einklang gebracht werden, als wir darlegen konnten, daß die Dentition der Zwölfjahrmolaren zwar altersgemäß, aber beim Vergleich von Knaben mit Mädchen in unterschiedlichen skelettalen Reifephasen stattfindet.

Durch die detaillierte Aufgliederung der Durchbruchphasen der Zwölfjahrmolaren läßt sich im Gegensatz zu BJÖRK's ablehnender Haltung gegenüber der Dentition der Zwölfjahrmolaren als Indikator des präpubertalen Wachstumsschubes doch eine weitere Aussage von klinisch-praktischem Wert aus dem vorliegenden Untersuchungsgut ableiten: Sind in einem Kiefer Zwölfjahrmolaren im Durchbruch, so sind Mädchen mit großer Wahrscheinlichkeit dem maximalen Längenwachstum näher als Knaben. Sind alle Zwölfjahrmolaren voll durchgebrochen, so ist die Chance, mit Wachstum noch rechnen zu können bei Knaben größer als bei Mädchen.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit dem Problem, Möglichkeiten für die zeitliche Bestimmung des präpubertalen Wachstumsschubes aufzufinden, der im Rahmen der kieferorthopädischen Therapie von wesentlicher Bedeutung ist.

Eine zentrale Rolle spielen in diesem Zusammenhang die Röntgenaufnahmen der Hand, da es möglich ist, aus dem sichtbar gemachten Ossifikationsablauf der Epiphysenfugen der Phalangen auf die skelettale Gesamtentwicklung und damit auch auf das Schädelwachstum eines Kindes zu schließen. Der Beurteilung der Phase um den präpubertalen Wachstumsschub werden die acht Reifestadien nach BJÖRK zugrunde gelegt, die am Befund der zunehmenden Verschmelzung der Epiphysenfugen der Phalangen von Zeigefinger und Mittelfinger und an der Ossifikation des ulnaren Sesamoias des Daumens den Zeitraum kurz vor Beginn bis in die Endphase des Wachstumsschubes aufgliedern.

Es wird die Brauchbarkeit von jährlichen oder halbjährlichen Messungen der Gesamtkörperlänge zur Erstellung von individuellen Wachstumskurven diskutiert, an deren Knick vom präpubertalen Minimum zum präpubertalen Maximum der bevorstehende Wachstumsschub a priori erkannt werden kann. Bei Knaben zeigt ein eigener Wachstumsschub des Fettgewebes, der in zwei Drittel aller Fälle zu beobachten ist und ca. ein Jahr vor dem Wachstumsschub des Längenwachstums auftritt, den bevorstehenden präpubertalen Wachstumsschub an. Der Eintritt der Menarche wird bei Mädchen als Indikator der pubertalen Entwicklung gewertet, die eng mit der skelettalen Reifung korreliert. Mit dem Wachstumsschub in Verbindung gebracht, stellt sich heraus, daß die Menarche immer nach dem Maximum des Wachstumsschubes auftritt, bis ca. 1 Jahr danach. Um dennoch die Menarche als Indikator vor dem maximalen Wachstumsschub verwenden zu können, bieten Beobachtungen einiger Autoren über die hohe Korrelation des Lebensalters, in dem die Menarche eintritt, bei Schwestern einerseits und Müttern mit Töchtern andererseits, Möglichkeiten, anamnestisch eine Prognose über den Eintritt der Menarche und damit eine Vorstellung über den zeitlichen Ablauf des Wachstumsschubes zu gewinnen.

Des weiteren wird die Dentition der Zwölfjahrmolaren als evtl. Indikator für den Wachstumsschub analysiert. Die Untersuchungen ergeben, daß die gefundene hohe Korrelation der Altersverteilung entspricht, da der Durchbruch der Zwölfjahrmolaren etwa in die Phase des Wachstumsschubes fällt. Der Durchbruch der Zwölfjahrmolaren verläuft weitgehend altersgemäß, mit einem geringen Vorsprung der Mädchen. Die Reifestadien verlaufen ebenfalls altersgemäß, jedoch mit einem erheblichen Vorsprung der Mädchen. Da der skeletale Reifungsvorsprung der Mädchen wesentlich größer ist als der Dentitionsvorsprung, kommt es in den einzelnen Reifestadien zu einem deutlichen Überholen durch die Knaben. Dieser Phasensprung zeigt, daß der Durchbruch der Zwölfjahrmolaren als altersbedingt angesehen werden muß und weniger geeignet ist, den individuellen Stand der Reifung anzuzeigen. Dennoch läßt die Beobachtung der Dentition der Zwölfjahrmolaren folgende Schlußfolgerungen zu: Sind in einem Kiefer Zwölfjahrmolaren im Durchbruch, so sind Mädchen mit größerer Wahrscheinlichkeit dem präpubertalen Wachstumsschub näher als Knaben; sind alle Zwölfjahrmolaren voll durchgebrochen, so ist die Chance, mit Wachstum noch rechnen zu können bei Knaben größer als bei Mädchen.

Es konnte gezeigt werden, daß die genannten Methoden, nämlich die Erstellung einer individuellen Wachstumskurve, die klinische Beobachtung des Fettgewebes bei Knaben, der Eintritt der Menarche bei Mädchen sowie anamnestische Hinweise weiblicher Familienangehöriger hinsichtlich Eintrittsalter der Menarche, ferner die Dentition der Zwölfjahrmolaren einen ungefähren Anhaltspunkt für den Zeitraum des präpubertalen Wachstumsschubes vermitteln. Zur exakten Feststellung, wann dieser einsetzt, sind jedoch Handskelett-Röntgenaufnahmen unerläßlich.

S c h r i f t t u m

- ADLER, P. : Die Eignung der normalen Wahrscheinlichkeitskurve zur Darstellung der Elimination und Eruption der einzelnen Zähne während des Zahnwechsels.
Öst. Z. Stomat. 54 (1957), 449
- ADLER, P., ADLER-HRADECKY, C. : Der Gebrauch der "typischen Zahnformeln" zur Bestimmung des individuellen Zahnalters.
Dtsch. zahnärztl. Z. 13 (1958), 1362
- ADLER, P., NYUL, L. : Korrelationen zwischen dem Entwicklungszustand verschiedener Zähne.
Fortschr. Kieferorthop. 22 (1961), 262
- ADLER, P., VEGH, P. : Über Zähne und Gebiß von Jugendlichen mit hypophysären Störungen.
Dtsch. zahnärztl. Z. 5 (1950), 67
- BAYLEY, N., PINNEAU, S. R. : Tables for predicting adult height from skeletal age; revised for use with the GREULICH-PYLE hand standards.
J. Pediat. 40 (1952), 423
- BJÖRK, A. : Timing of interceptive orthodontic measures based on stages of maturation.
Trans. Europ. Orthod. Soc. (1972), 61
- BJÖRK, A., HELM, S. : Prediction of the age of maximum puberal growth in body height.
Angle Orthodont. 37 (1967), 134

- BOJLÉN, K., RASCH, G.,
WEIS BENTZON, M. :
The age incidence of the menarche in
Copenhagen.
Acta obstet. gynec. scand. 33 (1954), 405
- BROCK, J. :
Biologische Daten für den Kinderarzt.
Springer
Berlin, Bd. 1, 1954
- BROWN, T., BARRETT, M. J.,
GRAVE, K. C. :
Facial growth and skeletal maturation at
adolescence.
Tandlaegebladet 75 (1971), 1211
- COSTER, de. L. :
Die Röntgenaufnahme des Handgelenks in
der kieferorthopädischen Diagnostik.
Dtsch. Zahn- Mund- Kieferheilk. 4 (1937), 683
- FLEISCHER-PETERS, A. :
Ursächliche Zusammenhänge bei der Dentitio
tarda.
Fortschr. Kieferorthop. 31 (1970), 27
- GARN, S., LEWIS, A., KOSKI, K.,
POLACHEK, D. L. :
The sex difference in tooth calcification.
J. Dent. Res. 37 (1958), 561
- GARN, S., ROHMANN, C. G.,
APFELBAUM, B. :
Complete epiphyseal union of the hand.
Amer. J. phys. Anthropol. 19 (1961), 365
- GLEISER, J., HUNT, E. :
The permanent mandibular first molar: its
calcification, eruption and decay.
Amer. J. Anthropol. 13 (1955), 253

- GOULD, H. N., GOULD, M. R. : Age of first menstration in mothers and daughters.
J. Amer. med. Ass. 98 (1932), 1349
- GREULICH, W. W., PYLE, S. I. : Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist.
2 nd ed. Stanford Univerity Press Stanford, Calif. 1970
- HATTEMER, W. N. : Welche Möglichkeiten bietet die Handwurzelaufnahme für die jugendzahnärztliche und kieferorthopädische Diagnostik.
Zahnärztl. Welt/Reform, 21 (1959), 643
- HATTEMER, W. N. : Die physische und psychische Entwicklung des Kindes im Rahmen der Kieferorthopädie.
Fortschr. Kieferorthop. 4 (1960), 462
- HAUSSER, E. : Zur Problematik der Dentitionsstörungen.
Fortschr. Kieferorthop. 31 (1970), 3
- HELLBRÜGGE, TH., VOGT, D. : Zur Beurteilung des Wachstumsstandes mit Hilfe von Somatogrammen.
Ärztl. Mit. 46 (1961), 1275
- HELM, S., SIERSBAEK-NIELSEN, S., SKIELLER, V., BJÖRK, A. : Skeletal maturation of the hand in relation to maximum puberal growth in body height.
Danish Dent. Journal (1971), 1223
- HEWITT, D., ACHESON, R. : Some aspects of skeletal development through adolescence. II. The inter-relation-ship between skeletal maturation and growth atpuberty.
Amer. J. Phys. Anthropol., N.S. 19 (1961), 333

- HUNTER, C. J. : The correlation of facial growth with body height and skeletal maturation at adolescence.
Angle Orthodont. 36 (1966), 44
- LEWIS, A., GARN, S. : The relationship between tooth formation and other maturational factors.
Angle Orthodont. 30 (1960), 70
- MARTIN, R., SALLER, K. : Lehrbuch der Anthropologie.
G. Fischer,
Stuttgart, Bd. 2 1959
- MEREDITH, H. : Relation between the eruption of selected mandibular permanent teeth and the circum-puberal acceleration in stature.
J. Dent. Child, 26 (1959), 75
- MOORREES, C. F. A. : The dentition of the growing child.
Harvard University Press 1959 Cambridge, Massachusetts
- MOORREES, C. F. A. : The timing of orthodontic treatment in relation to tooth formation.
Trans. Europ. Orthodont. Soc. (1962), 87
- NANDA, R. : Eruption of human teeth.
Amer. J. Orthodont. 46 (1960), 363
- PETRI, E. : Untersuchungen zur Erbbedingtheit der Menarche,
Z. Morph. Anthr. 33 (1935), 43

- PILESKI, R. C. A., WOODSIDE, D. G., JAMES, G. A. :
Relationship of the ulnar sesamoid bone and maximum mandibular growth velocity.
Angle Orthodont. 43 (1973), 162
- SCHMID, F. :
Norm und Variationsbreite der Handwurzelkernentwicklung.
Z. Kinderheilk. 65 (1948), 646
- SCHMID, F., HALDEN, L. :
Die postfetale Differenzierung und Größenentwicklung der Extremitätenknochenkerne.
Fortschr. Röntgenstr. 71 (1949), 975
- SCHMID, F., MOLL, H. :
Atlas der normalen und pathologischen Handskelettentwicklung.
Springer, Berlin, 1960
- SHUTTLEWORTH, F. K. :
Sexual maturation and the physical growth of girls age six to nineteen.
Monogr. Soc. Res. Child Develop. 5 (1937), 253
- SHUTTLEWORTH, F. K. :
The physical and mental growth of girls and boys age six to nineteen in relation to age at maximum growth.
Monogr. Soc. Res. Child Develop. 4 (1939), 3
- SIEGERT, F. :
Atlas der normalen Ossifikation der menschlichen Hand.
Fortschr. Röntgenstr., Erg. Bd. 47 (1935)
- SIMMONS, K., GREULICH, W. V. :
Menarcheal age and the height, weight and skeletal age of girls age 7 to 17 years.
J. Pediat. 22 (1943), 518

- STETTNER, E. : Über die Beziehungen der Ossifikation des Hardskeletts zu Alter und Längenwachstum bei gesunden und kranken Kindern von der Geburt bis zur Pubertät.
Arch. Kinderheilk. 68 (1920), 342
- STOLZ, H. R., STOLZ, L. M. : Somatic development of adolescent boys. A study of the growth of boys during the second decade of life.
New York Macmillan. (1951), 557
- TANNER, J. : Growth at adolescence.
2 nd. Ed., Blackwell, Oxford 1962
- TISSERAND-PERRIER, M. : Étude comparative de certains processus de croissance chez les jumeaux.
J. Génét. hum. 2 (1953), 87
- WEERDA, B. : Untersuchungen der Relationen zwischen Knochenkernentwicklung des Handgelenkes, Zahnalter und chronologischem Alter.
Med. Diss. Erlangen 1968
- YOUNG, R. W. : Postnatal growth of the frontal and parietal bones in white males.
Amer. J. phys. Anthropol. 15 (1957), 367

Lebenslauf

Name:	Dr. med. Reinhard Fritsch
Geburtsdatum:	2. Juli 1940
Geburtsort:	Bistritz/Siebenbürgen
Name der Eltern:	Dr. med. dent. Gustav Fritsch und Frau Elfriede Fritsch, geb. Seidnitzer
Staatsangehörigkeit:	deutsch
Schulbildung:	1946 - 1951 Volksschule in Kaufbeuren 1951 - 1957 Humanistisches Gymnasium in Kaufbeuren, 1957 - 1961 Humanistisches Gymnasium in Kulmbach,
Wehrdienst:	1961 - 1963 Reserveoffizierslaufbahn in München,
Studiengang:	Studium der Medizin und Zahnmedizin vom Winterhalbjahr 1963/64, an der Universität Erlangen-Nürnberg bis zum Sommerhalbjahr 1969 (Medizin) bzw. Sommerhalbjahr 1970 (Zahnmedizin)
Prüfungen:	Abitur am 19. Juli 1961, Ärztliche und Zahnärztliche Vorprüfung am 25. Okt. 1966, Ärztliche Prüfung am 10. Febr. 1970 Zahnärztliche Prüfung am 12. Okt. 1970
Approbation:	Bestallung als Zahnarzt am 10. Dez. 1970 Bestallung als Arzt am 4. 10. 1971
Promotion:	am 27. Sept. 1971 zum Dr. med.
Beruflicher Werdegang:	Seit 15. Sept. 1971 Fachausbildung zum Fachzahnarzt für Kieferorthopädie an der Kieferorthopädischen Abteilung der Univer- sitäts-Kieferklinik Erlangen.

Buchdruck - Offsetdruck
Karl Döres, 852 Erlangen, Jägerstr. 3 · Tel. 2 15 21